



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 37 869 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 M 3/26**

②1 Aktenzeichen: 197 37 869.2  
②2 Anmeldetag: 29. 8. 97  
④3 Offenlegungstag: 4. 3. 99

DE 197 37 869 A 1

⑦1 Anmelder:  
Sterling Fluid Systems (Germany) GmbH, 25524  
Itzehoe, DE

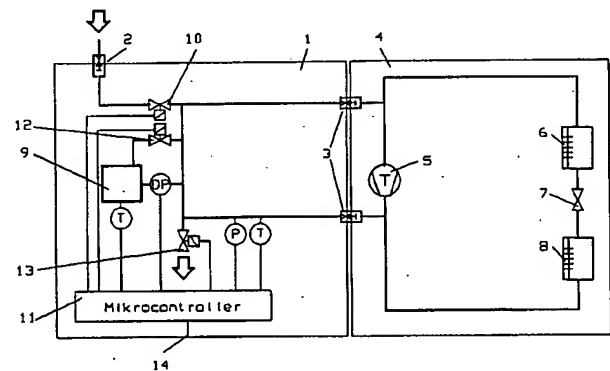
⑦4 Vertreter:  
Glawe, Delfs, Moll & Partner, Patentanwälte, 80538  
München

⑦2 Erfinder:  
Mühlenweg, Andreas, Dr.-Ing., 25588 Oldendorf,  
DE; Führer, Niels, Dipl.-Ing., 29336 Nienhagen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Dichtigkeitsprüfung

⑤7 Das Verfahren und die Vorrichtung (1) zur Dichtigkeitsprüfung von Kältemaschinen, insbesondere Kfz-Klimaanlagen (4), bei dem das zu prüfende System mit einem Gas unter Überdruck beaufschlagt wird, zeichnet sich dadurch aus, daß ein dichtes Referenzvolumen (9) mit dem gleichen Druck wie das System (4) beaufschlagt wird und Druckdifferenzen zwischen dem System (4) und dem Referenzvolumen (9) detektiert werden.



DE 197 37 869 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dichtigkeitsprüfung von Kältemaschinen, insbesondere Kfz-Klimaanlagen, bei dem bzw. der das zu prüfende System mit einem Gas unter Überdruck beaufschlagt und ein auftretender Druckabfall detektiert wird.

Lecks in Kältemaschinen wie z. B. Haushaltskühlschränken, Tiefkühlschränken, aber insbesondere auch in Kfz-Klimaanlagen müssen nicht nur aus gesundheitlichen, ökonomischen und ökologischen Gründen vermieden werden. Auch durch sehr kleine Lecks kann das Kältemittel ganz oder zumindestens zu einem die Funktionsfähigkeit der Anlage beeinflussenden Teil entweichen. Es ist daher unbedingt eine Dichtigkeitsprüfung solcher Kältemaschinen vorzunehmen.

Bei einem bekannten Verfahren wird das zu untersuchende System mit einem mit fluoreszierendem Öl versetzten Kältemittel befüllt. Unter Schwarzlicht kann das Leck dann detektiert werden. Das Problem bei diesem Verfahren besteht darin, daß der fluoreszierende Stoff im PAG-Öl gelöst ist und nur Lecks detektiert werden können, durch die die großen Moleküle des PAG-Öls entweichen. Kleine Lecks, durch die nur die R134a-Moleküle des Kältemittels hindurchtreten können, werden nicht erkannt.

Bei einem anderen bekannten Verfahren werden die potentiellen Leckstellen des Klimasystems, d. h. Verschraubungen, Steckverbindungen etc. mit Detektoren für das verwendete Kältemittel abgesucht. Probleme dieses Verfahrens sind die Erreichbarkeit der potentiellen Leckstellen im Motorraum, Luftströmungen, z. T. Querempfindlichkeiten der Detektoren sowie variierende Durchführung und Beurteilung des Durchführenden.

Ein weiteres vorbekanntes Verfahren, der in den Füllzyklus integrierte Vakuumtest, ist in den wenigen Sekunden nicht in der Lage, wie erwünscht Feinlecks zu detektieren. Er müßte erheblich verlängert werden. Außerdem ist bei diesem Verfahren das Problem der falschen Leckbeanspruchung zu nennen. Entgegen dem praktischen Einsatz mit einem Kältemittel, z. B. R134a, wird das Leck während des Vakuumtests von außen mit Druck beaufschlagt (Umgebungsdruck), während es beim Betrieb der Kältemaschine bzw. der Klimaanlage von innen mit Druck beaufschlagt wird. Dies kann zu einem erheblich anderen Dichtigkeitsverhalten führen, indem z. B. eine unter Überdruck sich öffnende Undichtigkeit beim Vakuumtest geschlossen wird, so daß keine Undichtigkeit detektiert wird.

Verwendet man statt des Unterdrucks einen Überdruck, so können die Druckdifferenzen zwischen Innen und Außen wesentlich vergrößert werden, indem z. B. das System mit einem Gas mit 20 bar Druck beaufschlagt wird. Das Problem besteht dann aber darin, eine Druckänderung von einigen Millibar bei einem Gesamtdruck von 20 bar zu detektieren, was meßtechnisch nicht mit zufriedenstellender Genauigkeit möglich ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Verfahrens der eingangs genannten Art sowie einer Vorrichtung, mit dem bzw. der zuverlässig und schnell eine Dichtigkeitsprüfung vorgenommen werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß ein dichtes Referenzvolumen mit dem gleichen Druck wie das zu untersuchende System beaufschlagt wird und Druckdifferenzen zwischen System und Referenzvolumen detektiert werden.

Der Druck im dichten Referenzvolumen bleibt gleich. Der Druck im System wird sich aber um einige Millibar verringern, wenn ein Leck vorhanden ist. Dieses Absinken des Drucks um einige Millibar kann nun dadurch sehr genau

festgestellt werden, daß eine Differenzdruckmessung durchgeführt wird, die Messung von einigen Millibar gegen den Gesamtdruck von 20 bar also nicht mehr erforderlich ist.

Es ist zwar bekannt, Dichtigkeitsprüfungen durch ähnliche Differenzmessungen vorzunehmen (DE 195 13 199 A1). Dabei handelt es sich aber um die Dichtigkeitsprüfung eines gewöhnlichen Hohlkörpers. Das System einer Kältemaschine bzw. einer Klimaanlage ist aber von einem einfachen Hohlkörper sehr verschieden, so daß man aus unterschiedlichen Gründen annehmen würde, daß eine solche Dichtigkeitsmessung nicht möglich ist. So weisen solche Systeme eine komplizierte Geometrie auf (Kondensator, Verdampfer, thermostatisches Expansionsventil), so daß nur eine verzögerte und ungleichmäßige Druckbefüllung stattfindet. Das System ist nicht starr, sondern weist flexible und elastische Schlauchleitungen auf. Diese werden sich ausdehnen, wobei auch ein Fließen auftreten kann, was ein Leck suggerieren könnte, obwohl es gar nicht vorhanden ist.

Die Kältemaschine bzw. Klimaanlage weist weiter verstellbare Bauelemente auf, z. B. der Verdichter mit Taumelscheibe, was zu Druckänderungen führen kann. Schließlich ist im Kompressor der Kältemaschine oder der Klimaanlage Öl enthalten, das bei der Be- und Entlüftung mitgerissen werden kann. Außerdem könnte das Prüfgas teilweise im Öl gelöst werden, was ebenfalls ein nicht vorhandenes Leck in einer Kältemaschine, einer Kfz-Klimaanlage oder dergleichen mit dem sehr empfindlichen Differenzdruckverfahren festzustellen. Die erfindungsgemäße Leistung besteht darin, dieses Vorurteil überwunden zu haben. Überraschenderweise erhält man genaue und zuverlässige Aussagen über die Dichtigkeit der einzelnen Klimaanlagen.

Bei einer vorteilhaften Ausführung wird eine zunächst bestehende Verbindung zwischen System und Referenzvolumen erst nach einer vorgegebenen Zeitdauer nach Befüllen mit dem Gas unterbrochen. Dadurch besteht ausreichend Zeit zum Ausgleich von Druck- und Temperaturunterschieden, die ursprünglich bestanden haben oder aber durch die Befüllung mit dem Gas entstanden sind. Diese Zeitdauer kann verhältnismäßig kurz gehalten werden, selbst wenn die erwähnten zu erwartenden Probleme auftreten.

Vorteilhafterweise werden die Temperatur und/oder Temperaturänderungen im Referenzvolumen und System gemessen, so daß Druckunterschiede, die lediglich auf Temperaturänderungen beruhen, kompensiert werden können.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird Druckluft als Gas verwendet, da diese besonders billig und einfach zu handhaben ist. Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform wird Stickstoff als Prüfgas verwendet. Bei noch anderen vorteilhaften Ausführungsformen wird Helium als Druckgas verwendet, das aufgrund der Tatsache, daß es monomolekular ist, besonders schnell durch mögliche Lecks entweicht. Auch ist es möglich, Gemische aus diesen Gasen zu verwenden.

Vorteilhafterweise wird das Verfahren mit Gas mit einem Druck von mehr als ungefähr 10 bar, insbesondere von ungefähr 20 bar durchgeführt.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß sie Adapter zum Anschluß an eine Druckgasquelle sowie das zu untersuchende System aufweist. Die Adapter zum Anschluß an das System sind dabei vorteilhafterweise so ausgebildet, daß kein Öl vom Kompressor des Systems beim Anschließen der Vorrichtung bzw. während der Messung entweichen kann.

Vorteilhafterweise weist die Vorrichtung einen Mikroprozessor auf.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform weist einen

Akku als elektrische Energiequelle auf. In diesem Falle ist es nicht mehr notwendig, die Vorrichtung mit einem Kabel zur Energieversorgung zu verbinden. Die Vorrichtung kann etwa am Produktionsfließband an einer Stelle am Kraftfahrzeug, das gerade hergestellt wird, angebracht werden und an einer anderen Stelle nach Beendigung des Meßzyklus wieder entfernt werden. Eine solche portable Vorrichtung kann zweckmäßigerweise eine Einrichtung für die drahtlose Datenübertragung aufweisen, was sie völlig unabhängig von irgendwelchen Verbindungsleitungen macht, so daß sie frei bewegt werden kann. Sie bewegt sich dabei wie gesagt mit dem Kraftfahrzeug auf dem Herstellungsließband mit und kann dann durch eine geeignete Rückföhreinrichtung, die auch gleich mit einer Akkuladevorrichtung versehen sein kann, zum Ursprungsort zurückbefördert werden, um dort an einem weiteren Kraftfahrzeug angebracht zu werden. An dieser Ursprungsstelle erfolgt dann auch die Befüllung mit Druckgas. Diese Verbindung mit der Druckgasquelle wird gelöst, sobald die Vorrichtung mit dem Referenzvolumen sowie das System unter dem vorgesehenen Druck stehen.

Die Einrichtung zur drahtlosen Datenübertragung kann einen Funksender und/oder einen Infrarotsender aufweisen.

Die so kabellos übertragenen Daten können in einer Basisstation ausgewertet, abgespeichert, visuell dargestellt und an die folgende Klima-Füllanlage übermittelt werden. Die Füllanlage wird somit nur die als dicht erkannten Systeme befüllen können.

Bei diesem Verfahren wird vorteilhafterweise mit einem Prüfdruck gearbeitet, der noch über dem maximalen Betriebsdruck der Klimaanlage liegt, wobei dieser Prüfdruck noch über einen längeren Zeitraum anliegt. Dadurch ist gewährleistet, daß allein durch diese Druckbeaufschlagung des Gesamtsystems eine wesentliche Überprüfung hinsichtlich der Druckstabilität erfolgt. Sollte schon bei diesem Test, der parallel mit der Befüllung erfolgt, ein Mangel erkannt werden, so kann durch entsprechende Sicherheitsvorkehrungen verhindert werden, daß ungehindert Druckluft in die Umgebung ausströmt. Die Dichtigkeitsprüfung wird auch vor der Befüllung mit dem Kältemittel durchgeführt. Es ist somit gewährleistet, daß nur wirklich dichte Systeme befüllt werden. Dieses Vorgehen entspricht dem logischen Ablauf und führt zu einer Kostenreduktion hinsichtlich der eingesetzten Menge Kältemittel und des Aufwands für die Rückgewinnung. Außerdem wird die Verseuchung der Umgebungsluft mit Kältemittel vermieden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer vorteilhaften Ausführungsform beispielsweise unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, in der schematisch eine Vorrichtung der Erfindung dargestellt ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 weist einen ersten Adapter 2 auf, mit dem sie an eine nicht gezeigte Druckgasquelle anschließbar ist. Die Vorrichtung 1 weist zwei zweite Adapter 3 auf, mit denen sie an eine Klimaanlage 4 angeschlossen werden kann, die einen Kompressor 5, einen Verdampfer 6, ein Expansionsventil 7 und einen Kondensator 8 aufweist. Das System 4 wird mit dem Druckgas gefüllt. Gleichzeitig wird ein Referenzvolumen 9 mit demselben Gas auf denselben Druck gebracht. Ist der Solldruck erreicht, was über Druckaufnehmer gemessen wird, so wird ein erstes Ventil 10 durch den Mikrocontroller 11 geschlossen, der die Vorrichtung 1 steuert. In diesem Moment kann die Verbindung zur Druckgasquelle gelöst werden, so daß die Vorrichtung 1 zusammen mit dem Kraftfahrzeug und der darin angeordneten Klimaanlage 4 auf dem Fließband ungehindert weiterbewegt werden kann. Dabei ist ein zweites Ventil 12 geöffnet, damit ein Druckausgleich und auch gegebenenfalls ein Temperatenausgleich zwischen dem Referenzvolumen 9 und dem zu prüfenden System 4 erfolgen

kann. Nach einer vorgegebenen Ausgleichszeit wird das zweite Ventil 12 durch den Mikroprozessor 11 geschlossen, und die Meßzeit beginnt. Dabei können Differenzdruck (und gegebenenfalls auch der Absolutdruck) in beiden Systemen und auch die Temperaturen mehrfach gemessen werden.

Nach der Meßzeit wird das Druckgas über ein drittes Ventil 13 abgelassen. Das Gerät wird vom Fahrzeug getrennt und die Meßwerte sowie die berechnete Leckrate werden an eine Basisstation über eine Schnittstelle 14 mit Hilfe von Datenübertragung übermittelt. Die Datenübertragung erfolgt dabei bevorzugt drahtlos. Wenn das Gerät mit einem nicht gezeigten Akku für die Energieversorgung des Mikroprozessors und der elektrischen Schaltkreise versehen ist, ist es vollständig autonom, braucht also während des eigentlichen Meßvorgangs nicht mit irgendwelchen Leitungen an Energieversorgungen oder Datenstationen angeschlossen sein.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung von Kältemaschinen, insbesondere Kfz-Klimaanlagen, bei dem das zu prüfende System mit einem Gas unter Überdruck beaufschlagt wird und ein auftretender Druckabfall detektiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein dichtes Referenzvolumen mit dem gleichen Druck wie das System beaufschlagt wird und Druckdifferenzen zwischen System und Referenzvolumen detektiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zunächst bestehende Verbindung zwischen System und Referenzvolumen erst nach einer vorgegebenen Zeitdauer nach Befüllen mit dem Gas unterbrochen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur und/oder Temperaturänderungen im Referenzvolumen und System gemessen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Druckluft als Gas verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Stickstoff als Gas verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Helium als Gas verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Gemische der genannten Gase verwendet werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Druck von mindestens ungefähr 10 bar gearbeitet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem Druck von ungefähr 20 bar gearbeitet wird.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie Adapter (2, 3) zum Anschluß an eine Druckgasquelle sowie das System (4) aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Mikroprozessor (11) aufweist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Akku als elektrische Energiequelle aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Einrichtung für drahtlose Datenübertragung aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß sie einen Funksender aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Infrarotsender aufweist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

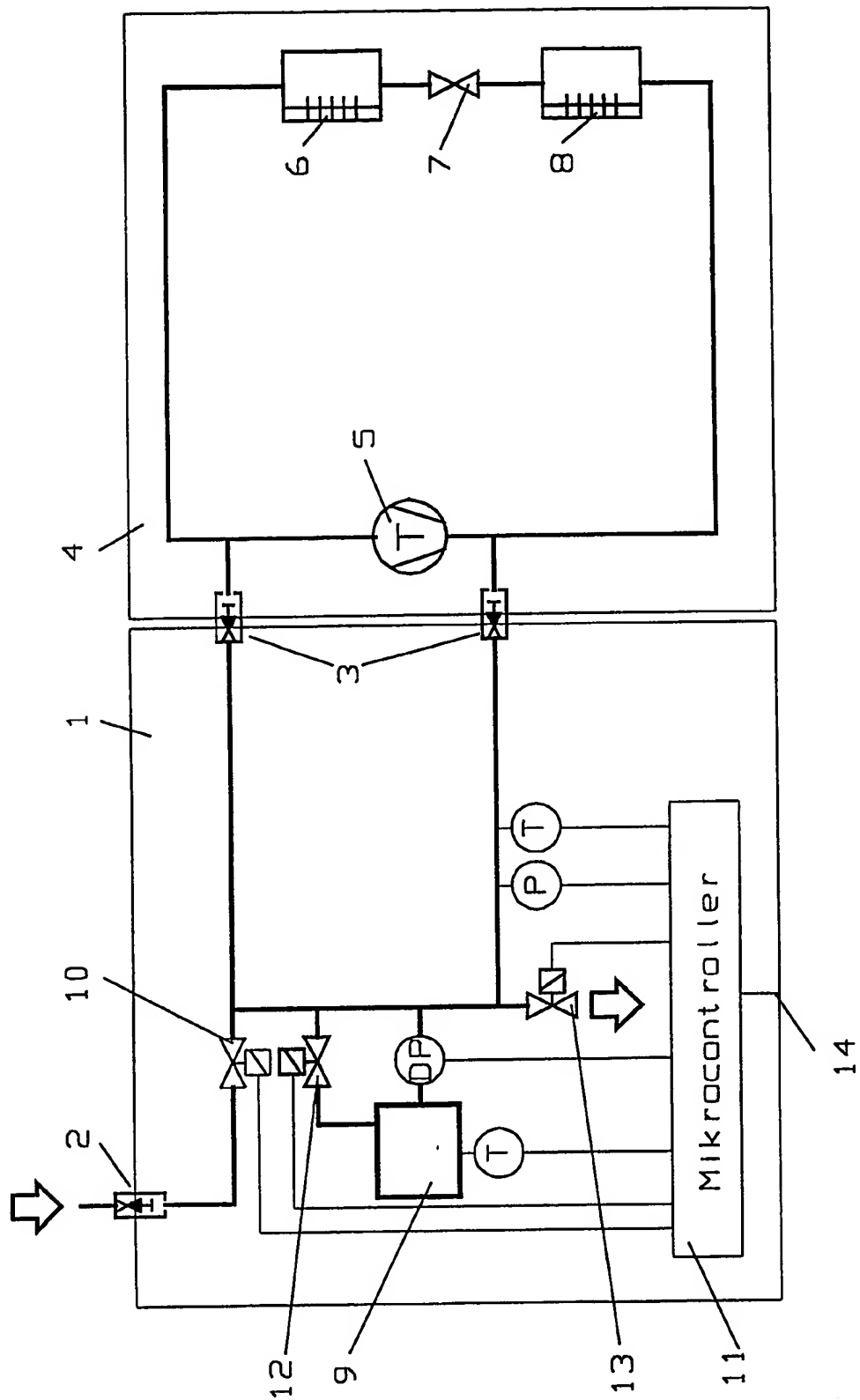
50

55

60

65

- Leerseite -



PUB-NO: DE019737869A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19737869 A1

TITLE: Leakage proof testing of  
refrigerators especially in  
motor vehicle air conditioning system

PUBN-DATE: March 4, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MUEHLENWEG, ANDREAS DR ING	DE
FUEHRER, NIELS DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
STERLING FLUID SYS GMBH	DE

APPL-NO: DE19737869

APPL-DATE: August 29, 1997

PRIORITY-DATA: DE19737869A ( August 29, 1997)

INT-CL (IPC): G01M003/26

EUR-CL (EPC): G01M003/32

ABSTRACT:

CHG DATE=19990702 STATUS=O>The method for leakage testing esp. of refrigerators used in vehicle air condition systems is carried out, with the test being tested is acted on with gas at gauge pressure, and a pressure drop occurring is detected. A sealed reference vol. is acted on with the same pressure as that of the system, and the pressure differences between the system

and the reference vol. are detected.